

भारत यशस्वीपुणे अणुवाचण्या करीत अरतीना  
इतक्या साध्या प्रयोगावर पुस्तक काढणे काही जणांना हास्यास्पद  
माटेल. परंतु भारतात विज्ञानाची ओळख नसलेली अनेक मुळे आहेत  
आणि प्रयोग करायचे म्हणजे प्रयोगशाळा घाहिजे अशी एक आवश्यकता  
भासते.

या पुस्तकात असे प्रयोग दिले आहेत की जे घरी करून  
पाहता येतील. तसेच हे प्रयोग करण्यापूर्वी प्रश्न, विचारन विद्यार्थ्यांना  
विचार करण्यास प्रवृत्त केले आहे.

पाश्चात्य देशात लहानपणापासून असे प्रयोग करून पाहणारे  
पुढे शास्त्रज्ञ झाले. त्यांच्या स्वतःच्या प्रयोगशाळा होत्या. भारतात  
अजून असे फारसे दिसत नसले तरी या प्रयोगामुळे विज्ञानाची आवड  
निर्माण होईल. कुरूहल जागृत होईल.

संगणक आणि अत्याधुनिक विद्युत उपकरणे यांच्या सहवासात  
असलेल्या विद्यार्थ्यांमधील संशोधक 'जागा' करण्यासाठी या पुस्तकाचा  
उपयोग होऊ शकेल. याचबरोबर निरनिराळे पर्याय सुववून विद्यार्थ्यांची  
प्रतिभा जागृत करण्याचा प्रयत्नही या पुस्तकातून केला आहे.

# शास्त्रज्ञ छा



## अंजली तळेगावकर

अंजली तळेगावकर



# शास्त्रज्ञ व्हा

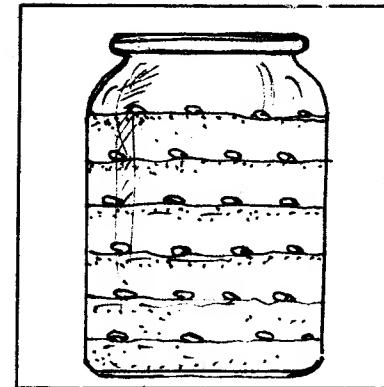
संकलन  
अंजली तळेगावकर



- ❖ शिव पब्लिकेशन्स : क्र. ६५
- ❖ शास्त्रज्ञ व्हा
- ❖ मुख्यपृष्ठ : श्रीकृष्ण ढोरे
- ❖ प्रकाशन स्थळ आणि मुद्रक : शिव पब्लिकेशन्स  
८६३ सदाशिव पेठ,  
महात्मा फुले सभागृहामार्गे,  
पुणे - ४११०३०.  
दूरभाष : ४४७२५४९
- ❖ ⓒ सर्व हक्क प्रकाशकाधीन
- ❖ प्रथमावृत्ती : नोव्हेंबर २००९
- ❖ अक्षरजुलणी : एलेस इंडिया,  
पुणे ४३. दूरभाष : ४३७७५३६
- ❖ मुद्रणस्थळ : स्मिता प्रिंटर्स, पुणे
- ❖ ISBN 81 - 7447 - 057 - 3
- ❖ पृष्ठसंख्या : ३२
- ❖ मूल्य : २०/-

अनुक्रमणिका	
१. बिया किती खोलवर पेराव्या?	३
२. बीजांकुरण	४
३. झाडाच्या मुळाचा नेमका कोणता भाग लांब वाढतो?	५
४. खडकांचे नमुने गोळा करणे	६
५. खनिजांचे नमुने ओळखणे	७
६. घरबसल्या पक्षीनिरीक्षण	८
७. प्रतिक्रियेचा काल मोजणे	१०
८. ड्रम	११
९. पावलांचे ठसे	११
१०. बीजुकांचे ठसे	१३
११. धान्य संरक्षक वड्या	१४
१२. इंद्रधनुष्य	१५
१३. दृष्टिसातत्य	१६
१४. हवा जागा व्यापते	१७
१५. फुफ्फुसांची श्वसनक्षमता पाहाणे	१७
१६. हवेचे अभिसरण	१८
१७. वायुवेगमापक	१९
१८. कार्बन डायऑक्साईड तयार करणे	२०
१९. वायूंची तुलना	२२
२०. विविध आकाराचे स्फटिक पहा	२३
२१. दर्शक	२४
२२. झोका घेणारे चेंडू	२५
२३. गुरुत्वाकर्षण कार्य करीत असताना	२५
२४. प्रकाशाचे परावर्तन	२६
२५. घर्षण कमी कसे कराल?	२७
२६. ध्वनी	२७
२७. वाढे तयार करू या - जलतरंग	२८
२८. चुंबकीय क्षेत्राचा ब्लू-प्रिंट काढणे	२९
२९. आकाश निरीक्षण	३०
३०. घरच्या घरी प्लॉनेटोरियम	३०
३१. व्हिओस्टॅट तयार करणे	३१

## १. बिया किती खोलवर पेराव्या ?



प्रत्येक बी किती खोल पुरायची हे ठरवावे लागते. काही बिया नुसत्या मातीवर पेरून घोळल्या तरी उगवतात. काही एक एक करून पेराव्या लागतात. पेरताना बीची कोणती बाजू वर ठेवायची हे सुद्धा पाहावे लागते.

एकाच प्रकारच्या ४-५ बिया घ्या व निरनिराळ्या बाजू वरच्या बाजूला करून पेरा. कोणत्या पद्धतीने बी पेरणे योग्य ते ठरवा.

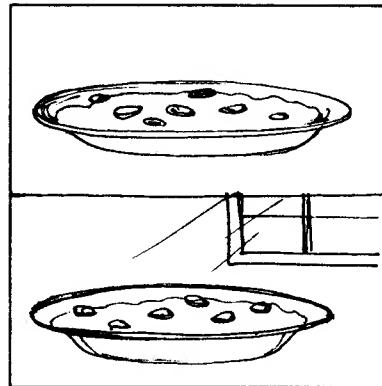
एक काचेची बरणी घ्या. ती पारदर्शक असावी. तळाशी मातीचा २ सें.मी.चा थर घाला. बरणीच्या कडेने बिया अशा पेरा की तुम्हाला बाहेरून दिसतील. या थरावर थोडे पाणी शिंपडा.

मातीचा दुसरा २ सें.मी.चा थर घाला व पुन्हा काही बिया पहिल्याप्रमाणेच पेरा. पाणी शिंपडा. असे थर बरणीत वरपर्यंत करा. बरणी उबदार जागी ठेवा. आणि माती कोरडी होऊ न देण्यासाठी आवश्यक तेवढे पाणी अधूनमधून घाला.

दोन आठवड्यानंतर प्रत्येक थरातील किती बिया रुजल्या ते पाहा. त्यांची वाढ पाहा. आणि या बियांसाठी कोणती खोली योग्य आहे हे ठरवा.

याप्रमाणे निरनिराळ्या बियांचे करून पाहा. जेव्हा तुम्ही बाग कराल तेव्हा याचा निश्चित उपयोग होईल.

## २. बीजांकुरण



काही बिया लवकर रुजतात. काही उशिरा. काही रुजतच नाहीत. बीजांकुरणावर परिणाम करणारे कोणते घटक आहेत? तापमान, प्रकाश, पाणी आणि ऑक्सिजन यांचा बीजांकुरणावर काय परिणाम होतो, पाहू या.

पाण्याशिवाय बिया रुजत

नाहीत हे सर्वांना माहीत आहे. उरलेल्या तीन घटकांचा प्रयोग करू या.

सहा बशा घ्या. प्लॉस्टिकच्या चालतील. प्रत्येक बशीमध्ये थोडा कापूस ठेवा. प्रत्येक बशीत एकाच प्रकारच्या दहा बारा बिया ठेवा. प्रत्येक घटकासाठी दोन बशा वापरायच्या. यापैकी एक प्रायोगिक व दुसरी नियंत्रित.

तपमानाचा परिणाम पाहण्यासाठी एका बशीत बर्फाचे पाणी घाला अथवा बशीत पाणी घालून फ्रीजमध्ये ठेवा. दुसऱ्या बशीत पाणी घालून उबदार जागी ठेवा; अथवा साध्या जाळीच्या कपाटात ठेवा.

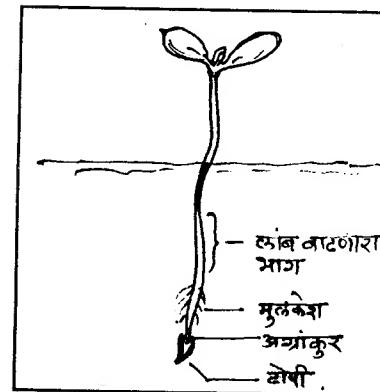
प्रकाशाचा परिणाम पाहण्यासाठी तिसऱ्या बशीत पाणी घालून अंधाऱ्या कपाटात ठेवा. चौथी बशी पाणी घालून ऊन येणाऱ्या खिडकीत ठेवा.

ऑक्सिजनचा परिणाम पाहण्यासाठी पाचव्या बशीत पाणी घालून उघडी ठेवा व तिच्या शेजारीच सहाव्या बशीत पाणी घालून वर पारदर्शक प्लॉस्टिकने झाका.

दररोज सर्व बशांतील बियांचे निरीक्षण करा. बिया उबदार जागी चांगल्या रुजतात की थंड जागी? प्रकाशात की अंधारात? हवेमध्ये की हवा नसताना? (प्लॉस्टिकने झाकलेल्या बशीत हवेचा नवा पुरवठा नाही.)

हाच प्रयोग निरनिराळ्या बिया घेऊन करा. उदा. मुळा, घेवडा, सूर्यफूल, मका, सफरचंद, पपई इ. याशिवाय दुर्मिळ वृक्षांच्या बिया मिळवून त्यापासून-रोपे तयार करा व घराजवळ अथवा जवळच्या बागेत, रस्त्यावर लावा. यामुळे जैवविविधतेचे रक्षण होईल.

## ३. झाडाच्या मुळाचा नेमका कोणता भाग लांब वाढतो?



पावसाळ्यात चिंचेच्या अथवा चाफ्याच्या झाडांखाली पडलेल्या बियांपासून रोपे आलेली दिसतात. ती उचलून घेऊन पिशवीत लावल्यास त्यापासून मोठे झाड होऊ शकते. नाहीतर अपुन्या प्रकाशाअभावी अथवा अन्य कारणांमुळे ही रोपे नंतर मरून जातात. ही रोपे आपण काढत असताना काही रोपांची मुळे तुटतात. कारण आपल्याता माहीत नसते की मूळ किती खोल गेलेले असते. मुळाचा नेमका कोणता भाग लांब वाढतो हे आपण पाहू शकतो.

एका बशीत पाणी घेऊन त्यात कापूस ठेवा व त्यावर घेवड्याच्या बिया ठेवा. रोज बशीत पाणी आहे ना ते पाहा. जेव्हा बी रुजेल व मूळ एक इंच लांबीचे होईल तेव्हा एक प्रयोग करा.

मुळाच्या टोकापासून  $1/8$  इंच पट्टीने मोजा आणि पाण्याने निघून न जाणाऱ्या शाईच्या पेनाने तेथे खूण करा. आता टोकापासून  $1/4$  इंच अंतरावर रेघ मारा. अशा तर्फ्हेने मुळावर  $1/8$  इंचाचे भाग करा. बशीमध्ये ठेवून रोप वाढू द्या. दररोज प्रत्येक दोन आडव्या रेघांमधील अंतर मोजा व लिहून ठेवा. सर्व भाग सारखेच वाढतात का? मुळांची लांबी वाढविणारा भाग कोणता?

उत्तर : मुळाच्या टोकाशी टोपी असते. टोपीमुळे अग्र भागाचे संरक्षण होते. कारण या भागात नवीन पेशी तयार होतात. त्यामागील भागात लांबी वाढते. रोपे वाढताना टोक तुटले तर ते रोप लागत नाही. कारण अग्रांकुर तुटतो. मोहरीच्या रोपात मूलकेश चांगले दिसतात.

दुसऱ्या बशीत कापूस व काही रोपे घ्या. निळ्या लिटमस पेपरच्या पट्ट्या मुळांच्या खाली व वर ठेवा. कापूस फार ओला करू नका. दोन दिवसांनी लिटमस पेपरचा रंग कोणता दिसतो? मुळांचा खडकावर काय परिणाम होत असेल?

उत्तर : निळा लिटमस लाल होतो. मुळांनी बाहेर टाकलेल्या आम्लामुळे खडकावर प्रक्रिया होऊन खडक ठिसूळ होतो व मूळ त्यातून आपला मार्ग काढते.

#### ४. खडकांचे नमुने गोळा करणे.

कोणाला तिकिटे जमवण्याचा छंद असतो तर कोणाला नाणी. काहींना दगड गोळा करण्याचा छंद असतो. लहान-मोठे, गुळगुळीत-खडबडीत, पांढरे-रंगीत कितीतरी प्रकारचे दगड असतात.

निरनिराळ्या प्रकारचे दगड मिळविण्यासाठी दगडाच्या खाणी, उत्खनन केलेल्या जागा, नदीकाठ आणि शाळेचे खेळाचे मैदान सुद्धा आपल्याला उपयोगी पडते. काही ठिकाणी मात्र परवानगी काढून जावे लागते. मात्र दगड गोळा करताना शक्यतो मुठीच्या आकाराएवढा तरी दगड पाहिजे. म्हणजे तो ओळखण्यासाठी काही चाचण्या करता येतात. उत्खननाच्या ठिकाणी जर तुम्हाला जायला मिळाले तर निरनिराळ्या थरातील नमुने गोळा करा.

दगड गोळा केल्यानंतर लगेच त्यावर एक चिकटपट्टी लावा. त्यावर क्रमांक घाला. एका वहीत त्या क्रमांकापुढे कोठून दगड गोळा केला त्या जागेचे नाव लिहा. दगड वर्तमानपत्राच्या कागदात गुंडाळून पेटीत ठेवा.

#### ५. खनिजांचे नमुने ओळखणे

तुम्ही गोळा केलेल्या खनिजांचे नमुने ओळखा. त्यासाठी निरनिराळ्या चाचण्या आहेत. सर्वात सोपी म्हणजे आम्ल चाचणी.

तुमच्याकडे व्हिनेगर असेल तर ते थोडे दगडावर ओता. कॅल्साइट किंवा चुनखडीचा दगड असेल तर त्यातून फसफस आवाज होऊन बुडबुडे येतील. व्हिनेगर मधील आम्लाशी क्रिया होऊन कार्बन डायऑक्साईड बाहेर पडतात.

खनिजांचा दगड फुटतो कसा यावरूनही तो ओळखता येतो. काही खनिजांचे सपाट तुकडे होतात तर काही दगड वेडेवाकडे फुटतात. दगड फोडताना तो कापडात गुंडाळा व हातोडीने घाव घाला.

दोन सपाट तुकडे एकमेकांशी समांतर पृष्ठभाग असलेले मिळाले तर 'मायका' या प्रकारचा दगड असेल. सहा चौरस अथवा चौकोनी तुकडे मिळाले व पृष्ठभाग एकमेकांशी  $90^\circ$  चा कोन करीत असेल तर गॅलिना अथवा हलाइट ह्या प्रकारचे खनिज आहे.

सहा सपाट तुकडे होतात, परंतु पृष्ठभाग एकमेकांशी  $90^\circ$  चा कोन करीत नाहीत. चौकटसारखे दिसतात. असे असेल तर कॅल्साइट हा प्रकार.

एकमेकांना  $90^\circ$  चा कोन करून जर सपाट तुकडे मिळत असतील आणि इतर पृष्ठभाग असमान, खडबडीत असतील तर 'फेल्डस्पार' हा प्रकार.

फॅक्चर टेस्ट - दगड तुटताना जर पृष्ठभाग बराचसा गुळगुळीत असेल तर 'मॅग्नेसाइट' व 'नोव्हाक्युलाइट' या प्रकारचा दगड असतो.

दगड तुटताना पृष्ठभाग खडबडीत असेल तर 'सर्पेन्टाइन', 'अॅपेटाइट', 'ऑलिव्हाइन' किंवा 'गर्नेट'.

जर तुटलेला पृष्ठभाग शिंपल्यासारखा दिसत असेल तर 'बेरिल', 'कार्टझ', 'ऑबसिडियन' किंवा 'टोर्मलाइन'.

आणखी पुढचे प्रकार ओळखण्यासाठी रेघ ओढण्याची व काठिण्य ओळखण्याच्या चाचण्या असतात.

स्नानगृहामध्ये ज्या टाइल्स बसवितात त्या टाइल्सच्या मागच्या भागावर (unglazed) खनिजाच्या दगडाने रेघ ओढायची. ‘पायराइट’ नावाचा दगड पिवळा असतो. पण त्याने ओढलेली रेघ काळी असते.

‘कॅल्साइट’ नावाचे दगड पांढरे, राखाडी, लाल, हिरवे, निळे, जांभळे असतात. परंतु त्यांनी ओढलेली रेघ पांढरी किंवा राखाडी रंगाची असते.

‘क्युप्राइट’ मुळे तपकिरी-लाल रंगाची रेघ उठते. ‘फ्युराइट’ मुळे पांढरी रेघ उठते. ‘लिमोनाइट’ तपकिरी रंगाचा असून त्यामुळे पिवळट तपकिरी रेघ उठते. ‘मॅगेटाइट’ मुळे काळी रेघ उठते. ‘मॅलॅकाइट’ मुळे फिकट हिरव्या रंगाची रेघ उठते.

यावरून असे लक्षात येते की निरनिराळ्या चाचण्या करून मगच खनिजाचा प्रकार निश्चित करता येतो.

गाळाचे खडक थराथरांचे बनलेले असतात. आणि चटकन् फुटतात. अग्रिजन्य खडकांमध्ये स्फटिकांनी बनल्याप्रमाणे पृष्ठभाग दिसतो आणि त्यांचे थर नसतात तर रूपांतरित खडक अतिशय कठीण असून स्फटिकांप्रमाणे असले तरी स्फटिकांचे पट्टे किंवा थर असतात.

तुम्ही स्वतः प्रथम खनिजांचे प्रकार ओळखा व नंतर तज्ज्ञाना विचारा.

## ६. घरबसल्या पक्षी निरीक्षण

पक्षी निरीक्षणासाठी नदी, ओढा, तलाव यांच्या काठाने खूप हिंडावे लागते आणि जवळ गेले की पक्षी उडून जातात. घरातच जर पक्ष्यांसाठी एक थांबा तयार केला तर थोड्या अंतरावरून पक्षी पाहायला मिळतात. निरनिराळ्या प्रकारे आपण पक्ष्यांसाठी थांबा तयार करू शकतो.

१. झाडाची वाळलेली फांदी जमिनीत रोवायची व तिच्यावर ब्रेड अथवा फळांचे तुकडे लावून ठेवायचे.

२. गच्चीवर अथवा उंच जागी एक काठी ठेवून त्यावर एक थाळी खिळ्याने ठोकून बसवायची. त्या थाळीत धान्य, उकडलेला बटाटा, उकडलेल्या अंड्याचे तुकडे, भाजीचा पाला, बिस्किटाचा भुगा इ. अन्नपदार्थ ठेवायचे.

इतर प्राणी ते खाणार नाहीत यासाठी थाळी उंच ठेवायची.

३. पक्ष्यांना रंगाचा वास आवडत नाही. म्हणून जुने लाकूड वापरायचे व ते रंगवायचे नाही. एक लाकडाचे खोके अथवा रुंद ट्रे घेऊन एक फळी त्याच्या बाजूला खिळ्याने ठोकून बसवा. या फळीला वर भोक पाडा म्हणजे झाडावर ती फळी (ट्रेसह) खिळ्याच्या साहाय्याने अडकविता येते. एक प्लॉस्टिकची बाटली घ्या व तिच्यात धान्य व इतर बियांचे मिश्रण भरा. तारेच्या साहाय्याने ही बाटली फळीवर उपडी बसविता येईल अशी व्यवस्था करा. बाटलीचे तोंड ट्रेच्या जवळ राहील असे ठेवा म्हणजे हव्हूहव्हू त्यातून बिया बाहेर पडत राहतील. पक्षी ट्रेमध्ये इकून तिकडे उड्या मारू शकतील. बाटली काढून पुन्हा बसविता येईल अशी ठेवा.

४. एक छोटासा लाकडाचा ओंडका घ्या व त्यात ३ सें. मी.ची पुष्कळ भोके पाडा. या ओंडक्याच्या दोन्ही बाजूंच्या मध्यावर खिळा ठोकून तारेच्या साहाय्याने दोन झाडांना अथवा दोन खांबांना बांधा. ओंडका अधांतरी असल्यामुळे उंदीर त्यातील अन्न खाऊ शकणार नाहीत.

पक्षी निरीक्षण करीत असताना पक्ष्यांचा रंग, आकार, चोच, शेपूट, पाय इत्यादी भागांचे बारकाईने निरीक्षण करा, लिहून ठेवा. कोणते अन्न घातले असता कोणते पक्षी येतात, याचीही नोंद करा.

पक्ष्यांच्या हालचाली पाहताना, आवाज ऐकताना गंमत वाटतेच

आणि त्याचबरोबर अनेक नव्या गोष्टी कळतात. पक्षी कसे उडतात? सारखे पंख हलवीत उडणारे पक्षी कोणते? हवेच्या प्रवाहावर तरंगणारे पक्षी कोणते? त्यांचे पंख कसे असतात हेही पाहा.

पक्ष्यांना पिंजन्यात ठेवून पाळण्यापेक्षा याप्रकारे त्यांचे निरीक्षण करणे अधिक चांगले. विशेषत: सकाळी व संध्याकाळी बरेच पक्षी पाहावयास मिळतात. त्यांच्यासाठी पाण्याचीही व्यवस्था करावी.

हल्ली जंगलांपेक्षा शहरातून अधिक निरनिराळ्या प्रकारचे पक्षी पाहावयास मिळतात. कारण शहरात बागा, तळी, विहीरी, इमारती, कचरापेट्या, झाडे इ. विविध प्रकारच्या जागा त्यांना राहण्यासाठी व अन्न मिळविण्यासाठी उपलब्ध असतात. चिमणी, कावळा, पोपट, घर, दयाळ, कबुतर, साळुंकी याबरोबर बुलबुल, भारद्वाज, खंड्या आणि इतरही पक्षी पाहायला मिळतील. निरनिराळ्या बियांचे मिश्रण खायला दिल्यामुळे बीजप्रसारासही साहाय्य होईल.

## ७. प्रतिक्रियेचा काळ मोजणे

एखाद्या उद्दीपकाला प्रतिक्रिया देण्याचा काळ प्रत्येकाचा वेगळा असतो. काही जणांची प्रतिक्रिया झटकन् होते. तर काहींना थोडा वेळ लागतो. वय, आरोग्य, थकवा इत्यार्दीवर हा काळ अवलंबून असतो.

कागदाचा एक आयताकृती तुकडा कापा. ज्याच्या प्रतिक्रियेचा काळ मोजायचा आहे, त्याला अंगठा व पहिले बोट यामध्ये ३ सें. मी. अंतर राहील असे धरायला सांगा. तुमचा हात याच्यावर धरा व तुम्ही कागदाचा तुकडा सोडलात की त्याला धरायला सांगा. कदाचित ती व्यक्ती कागद पकडू शकणार नाही. तीन-चार वेळा करून पाहा. प्रतिक्रियेला तेवढाच वेळ लागतो का?

निरनिराळ्या व्याच्या व्यक्तींचा प्रतिक्रिया काळ मोजा. प्रत्येक वेळी तो सारखाच असतो का पाहा.

## ८. ड्रम

एका मोठ्या पत्र्याच्या गोल डब्याच्या दोन्ही गोल बाजू काढून टाका. सायकलची अथवा मोठ्या चाकाची ट्यूब घ्या आणि डब्याच्या गोल बाजूपेक्षा ५ सें. मी. जास्त असे वर्तुळ कापा. चांगल्या जाड दोरीने डब्याच्या दोन्ही बाजूला कापलेली वर्तुळे बांधा, हा ड्रम हाताने वाजवा. अथवा गोल छोट्या काठीला रबराचा गोळा लावून त्याच्या साहाय्याने वाजवा.

## ९. पावलांचे ठसे

जंगलामधील वाघ-सिंहाची संख्या कशी मोजतात? हे प्राणी प्रत्यक्ष पाहणे तर कठीणच. पण त्यांच्या पायांच्या ठशांवरून ओळखता येते. ठशांचा आकार, प्रकार यांवरून संख्या ठरविता येते. प्रत्येक प्राण्याच्या पावलाचा ठसा वेगळा असतो. इतकेच काय, डावा व उजवा पाय यामध्येही फरक असतो.

आपल्यालाही प्राण्यांच्या पायांचे ठसे घेता येतील. वाघ, सिंह नाही पण कुत्रे, मांजर, गाय, म्हैस, घोडा, शेळी, डुकर, गाढव, ससा, खार यांच्या पावलांचे ठसे घेणे शक्य आहे. प्राणीसंग्रहालयात पावसाळ्यात हरीण, नीलगाय इ. प्राण्यांच्या पावलांचे ठसे पाहायला मिळतात.

कसे घ्यायचे पावलांचे ठसे? अगदी सोपी पद्धत म्हणजे ओल्या पावलांचा ठसा पाहायचा अथवा चिखलात ठसा घ्यायचा व त्याचे निरीक्षण करून पाहायचे. चिखलात उमटलेल्या ठशामध्ये सिमेंट थोडे

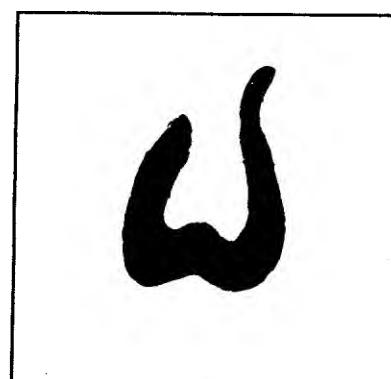
पातळ करून ओतल्यास त्या ठशाची उलटी प्रतिमा वाळल्यानंतर आपल्याला कायमची मिळविता येते व संग्रही ठेवता येते.

पावलांचे ठसे मिळविण्याकरिता आणखी कोणत्या पद्धती वापरता येतील? शाईचा उपयोग करून कागदावर ठसे उमटविता येतील. मात्र यासाठी त्या प्राण्याशी मैत्री करावी लागेल. पाऊल शाईत बुडवून अथवा कागदावर शाई लावून त्यावर ठसा घेता येतो. प्राण्याशी मैत्री करण्यासाठी काय काय उपाय योजावे लागतात त्याचा अनुभव घेण्यासारखा आहे. पाळीव कुत्रा व मांजर सहज मैत्री करतात. मात्र चावणार नाहीत याची काळजी घेतली पाहिजे.

चिमणी, कावळा, पोपट, बुलबुल, साळुंकी हे पक्षीही आपल्या आजूबाजूला वावरत असतात. त्यांच्या पावलांचे ठसे घेण्यासाठी काय युक्ती योजाल? पक्ष्यांना हात तर लावायचा नाही.

धान्य, भुसा, बारीक वाळू पसरून त्यावर ठसे मिळविता येतील. पिठामध्ये अधिक छान ठसे उमटतील. पक्ष्यांना बोटांच्या रचनेवरून त्यांची झाडावर बसण्याची पद्धत समजते. निसर्गाने कशा विविधा रचना केल्या आहेत याचे निरीक्षण करूनच माणसाने निरनिराळे शोध लावले आहेत. यंत्रे तयार केली आहेत. तुम्हालाही यातून काही नवे सापडेल.

खाली दिलेल्या दोन प्राण्यांच्या पावलांचे ठसे कोणाचे आहेत ते ओळखा.



## १०. बीजुकांचे ठसे

बराच पाऊस झाला आणि काही दिवस सूर्यप्रकाश नसला की झाडाखाली, ओल्या लाकडावर, वारूळावर भूछत्रे दिसू लागतात. काही पांढरी, काही गुलाबीसर तर काही तपकिरी. कातकरी लोक भूछत्रे खातात. पण त्यांना माहिती असते की कोणती भूछत्रे खाण्याची आणि कोणती विषारी? पंचतारांकित भोजन गृहामध्ये खाण्याची भूछत्रे वापरून सूप, रस्सा, पुलाव इत्यादी पदार्थ तयार केले जातात. विशेष स्वादिष्ट म्हणून लोक आवडीने भूछत्रे खातात. खाण्याच्या भूछत्रांचे विशेष पद्धतीने संवर्धन केले जाते.

परंतु खाण्याची भूछत्रे ओळखणे सोपे नाही. त्यासाठी बराच अभ्यास करावा लागतो. त्यासाठी भूछत्रांमधील बीजुके कशी असतात हेही सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहावे लागते. आपण इतका अभ्यास आता केला नाही तरी बीजुकांचे ठसे मिळविणे आपल्याला शक्य आहे. या बीजुकांपासूनच नवीन भूछत्रे (Mushrooms) तयार होतात. भूछत्राच्या टोपीमध्ये आतल्या बाजूला लाखो बीजुके असतात.

प्रथम भूछत्र गोळा केल्यानंतर त्याचा दांडा काढून टाका. एका कार्डबोर्डवर अथवा जाड ड्रॉईंग पेपरवर डिंकाचा पातळसा थर द्या आणि भूछत्राची टोपी या थरावर दोन पेन्सिलींच्या साहाय्याने ठेवा. यावर प्लॅस्टिक बाऊल ठेवा. टोपीमधून बीजुके डिंकाच्या थरावर पडतात आणि चिकटतात. भूछत्र ठेवल्यानंतर हलवू नका म्हणजे सुंदर ठसा मिळेल. दुसऱ्या दिवशी टोपी उचलून पाहा. बीजुकांचा ठसा मिळेल.

बीजुकांच्या रंगाच्या विरुद्ध रंगाचा कार्डशीट वापरा म्हणजे ठसा उठून दिसेल. ठशांच्या नक्षीमध्ये फरक आढळतो का? शक्य झाल्यास चांगल्या सूक्ष्मदर्शकाखाली बीजुके पाहा व फरक नोंदवा. या ठशांवरून भूछत्रे ओळखायला मदत होते.

## ११. धान्य संरक्षक वड्या

तांदूळ महोत्सव, गहू महोत्सव सुरु झाला की धान्य संरक्षक गोळ्यांना मागणी वाढते. सध्या अनेक प्रकारच्या धान्य संरक्षक गोळ्या मिळतात. खरोखरीच या उपयुक्त आहेत का? प्रत्यक्ष प्रयोग करून च ठवायला पाहिजे. प्रयोग अगदी साधा आहे.

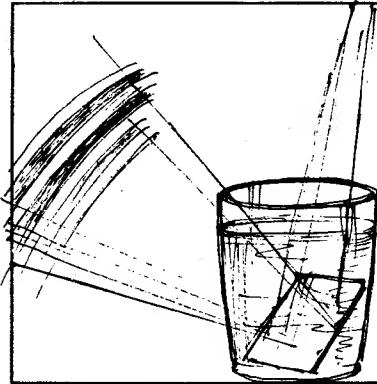
फ्रीजमध्ये ठेवण्यासाठी अगदी बारीक जाळीचे झाकण असलेल्या प्लॉस्टिकच्या डब्या मिळतात. या नसतील तर सुती कापडाच्या पुरचुंड्या अगर छोट्या पिशव्या वापरण्यास हरकत नाही. या डब्या अगर पिशव्या सर्व एकाच आकाराच्या असल्या पाहिजेत. त्यामध्ये कीड लागलेले एकाच प्रकारचे धान्य, रवा, पीठ यांपैकी एक समप्रमाणात ठेवायचे व त्यात प्रत्येकी चार धान्य संरक्षक वड्या ठेवायच्या. एका डबीत एकाच प्रकारच्या वड्या ठेवायच्या. जितक्या प्रकारच्या वड्या असतील तितक्या डब्या लागतील. या सर्व डब्या एकाच वेळी बंद करायच्या.

दरोज निरीक्षण करून कोणत्या वड्यांमुळे पोरकिडे अथवा अळ्या मरतात हे पाहायचे. यावरून कोणत्या वड्या परिणामकारक आहेत हे ठरविता येईल. पाच्याच्या वड्या परिणामकारक असतात, परंतु त्या वापरणे धोक्याचे असते. अन्य वड्या चांगल्या नसल्यास स्वतः अशा वड्या करणे शक्य आहे.

कडूलिंबाचा पाला वाटून घेऊन त्यात राख, डिंक अथवा गव्हाचे पीठ घालून वड्या तयार होतात. त्या उन्हात वाळवायच्या व वरीलप्रमाणे प्रयोग करून परिणाम पाहायचा. कडूलिंबाप्रमाणे करंज, एरंड, कोयनेल, निरगुडी, सीताफळ अशा काही वनस्पतींच्या पानांचाही उपयोग करून पाहता येईल.

%% %% %%

## १२. इंद्रधनुष्य



पावसाळ्यात जेव्हा इंद्रधनुष्य दिसते तेव्हा लहानथोर त्याकडे सारख्याच नवलाईने पाहात असतात. कर्विंना त्यावरून अनेक कल्पना सुचतात. इंद्रधनुष्यावर स्वार होऊन गगनाला गवसणी घालण्याच्या स्वप्नात काहीजण गुंग होतात. शास्त्रज्ञ मात्र इंद्रधनुष्य कसे तयार होते? याचा विचार करतात आणि तसे तयार करण्याचा प्रयत्न करतात.

पांढऱ्या रंगात हे सात रंग दडलेले असतात हे न्यूटनची तबकडी फिरवून दाखविले जाते. इंद्रधनुष्य दाखविण्यासाठी पांढरा प्रकाशकिरण वाकविला की त्यात सात रंगाच्या लहरी कमी अधिक वाकतात व इंद्रधनुष्य दिसते.

त्रिकोणी लोलकातून प्रकाशकिरण वाकवून इंद्रधनुष्य दिसते. पण हा लोलक नसला तरी आपल्याला साध्या पाण्याच्या व आरशाच्या साहाय्याने दाखविता येईल.

एका काचेच्या ग्लासमध्ये पाणी घ्या व त्यामध्ये एक साधा आसा ठेवा. आसा मागे द्युकलेला असा ग्लासला टेकून तिरका ठेवा. सूर्यकिरण आरशावर पडून पाण्यातून परावर्तित होतील आणि भिंतीवर इंद्रधनुष्य दाखविता येईल.

तुम्ही बागेत झाडांना पाणी घालताना सुद्धा इंद्रधनुष्य पाहता येईल. सकाळी लवकर किंवा दुपारी उशिरा, तुमच्या मागे सूर्य असेल असे उभे राहा व नळीतून पाणी उंच झाडावर (गडद पाश्वर्भूमीवर) उडवा, इंद्रधनुष्य

दिसेल. पाण्याच्या थेंबातून प्रकाशकिरण वाकतात व सात रंग दिसू लागतात. असे इंद्रधनुष्य सूर्याच्या उन्हात वर्षभर दाखविता येईल. शहरातील रस्त्यांवर अथवा बागेतील कारंज्यामध्ये सुद्धा इंद्रधनुष्य पाहायला मिळते.

### १३. दृष्टिसातत्य

टी.व्ही. वरच्या जाहिराती पाहाताना निरनिराळ्या कल्पना वापरून विविध प्रकारे हालचाल दाखविली जाते. पण जेव्हा चलतचित्रपटसुद्धा नव्हते, त्यावेळी हालचाल दाखविण्यासाठी निरनिराळ्या युक्त्या करीत असत. त्यातीलच एक पाहू या.

४''×४'' चा एक चौकोनी कार्डबोर्ड घ्या. त्याच्या एका बाजूला एका माशाचे चित्र काढा. पुढ्हा खालून वर उलटा करा व त्यावर रुंद बाऊलचे चित्र काढा. बाऊलमध्ये पाणी दाखवा.

माशाच्या तोंडाच्या व शेपटीच्या बाजूला बरोबर मध्यावर एक भोक पाढा. एक मोठा रबर बँड प्रत्येक भोकातून ओवा. आणि दुहेरी ठेवा. रबर बँडची टोके एका बाजूला तुम्ही धरा व दुसऱ्या बाजूने मित्राला धरायला सांगा. कार्ड गोल गुंडाळल्याप्रमाणे फिरवा. ते जोरात गरगर फिरु लागले की मासा व बाऊल एकाच वेळी दिसतील आणि मासा बाऊलमध्ये पोहतो आहे असे वाटेल.

डोळ्याने टिप्पेली प्रतिमा क्षणभर तशीच राहते त्यामुळे दोन्ही प्रतिमा एकाच वेळी दिसतात.

याचप्रमाणे पिंजऱ्यातील पोपट करता येतो. आणखी अशा कोणत्या जोड्या तयार करता येतील याचा विचार करा व करून पाहा.

सर्कशीत पृथक्कीच्या गोलावर फिरणारी मोटार-सायकल, झोका घेणारी मुलगी, पाणी पिणारी बाहुली अथवा नदीतून चालणारी होडी असे काही करता येते का पाहा.

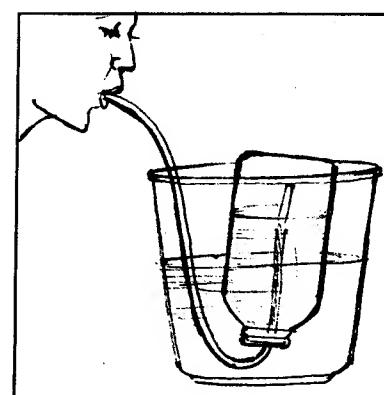
### १४. हवा जागा व्यापते

१. एक कोरडा कागद चुरगळून एका काचेच्या ग्लासच्या बुडाशी बसवा. पाणी भरलेल्या बादलीत हा ग्लास उपडा करून सरळ रेषेत खाली बुडवा. ग्लास तसाच वर उचलल्यानंतर पाहिले असता बुडाशी असलेला कागद कोरडाच राहतो. कारण ग्लासमधील हवा ती जागा व्यापते.

२. एका रुंद भांड्यात अथवा टबमध्ये पाणी घ्या. टबमधील पाण्यात दोन काचेचे ग्लास उपडे करा. यापैकी एका ग्लासमध्ये पाणी भरू घ्या. दुसऱ्या ग्लासमध्ये हवाच आहे. या ग्लासच्या वर पाण्याने भरलेला ग्लास धरा. हवेने भरलेला ग्लास तिरका करा व त्यातून हवेचे बुडबुडे बाहेर येऊ घ्या. हे बुडबुडे पाण्याने भरलेल्या ग्लासमध्ये जमा करा. या ग्लासमधील पाण्याचे काय होते?

पाणी बाहेर पडते कारण हवा ती जागा व्यापते.

### १५. फुफ्फुसांची श्वसनक्षमता पाहणे.



एका मोठ्या बादलीत तळापासून ५ सें. मी. इतके पाणी घ्या. एक काचेची बरणी पाण्याने पूर्ण भरा. बरणीच्या तोंडावर चपटी ताटली अथवा पुढ्हा ठेवून ते बादलीतील पाण्याच्या खाली गेले की काढून घ्या म्हणजे बरणीतील पाणी बादलीत सांडणार नाही व बरणीत हवेचे बुडबुडे येणार नाहीत. सुरुवातीला बादलीत जास्त पाणी घेऊन बरणी उपडी केली तर हवेचे बुडबुडे येणार नाहीत. बरणी उपडी केल्यानंतर बादलीतील जास्तीचे पाणी काढावे.

एका रबर ट्यूबचे एक टोक बरणी थोडी तिरकी करून त्यात सोडा. दीर्घ श्वास घ्या आणि रबर ट्यूबच्या दुसऱ्या टोकातून बाहेर सोडा. तुम्ही बाहेर टाकलेल्या हवेमुळे बरणीतील पाणी बाहेरच्या बादलीत येईल. जितके जास्त पाणी बाहेर येईल, तितकी श्वसनक्षमता चांगली. बरणीतील हवेचे घनफल काढता येईल.

बरणीऐवजी प्रवासात वापरता येणारी हवेची उशी वापरूनही फुफ्फुसांची श्वसनक्षमता काढता येईल. अथवा लांब काकडीसारखा फुगा किंवा फुटबॉल वापरूनही काढता येईल. आणखी काही वापरता येईल का? यावर विचार करा.

निरनिराळ्या वयांच्या व्यक्ती, खेळाडू, योगासने व व्यायाम करणाऱ्या व्यक्ती अशा अनेकांनी फुफ्फुसांची क्षमता काढून तुलना करा तुलना करण्यासाठी एकाच वयाची खेळ खेळणारी व न खेळणारी मुळे असे गट घ्या. तुमच्या निरीक्षणांवरून काही अनुमान काढता येतो का पहा. ओंकार म्हणताना किती दीर्घ म्हणजा येतो, यावरूनही फुफ्फुसांची क्षमता ओळखता येईल.

#### १६. हवेचे अभिसरण

हवा तापली की हलकी होऊन वर जाते. आणि थंड हवा आत येऊन गरम हवेला बाहेर ढकलते. थंड हवा जड असल्यामुळे खाली राहते. यालाच ‘हवेचे अभिसरण’ म्हणतात. हवेचा मार्ग आपल्याला एका छोट्या प्रयोगाने दाखविता येईल.

खडूची लाकडी पेटी घ्या. ही पेटी जरा रुंद असावी. पेटीच्या बाजूला दोन भोके पाइून त्यावर दोन प्लॉस्टिकची नळकांडी बसवा. प्लॉस्टिकच्या पाण्याच्या बाटल्या मिळतात. त्या बाटलीचा तळ आणि वरचा भाग कापून टाकल्यानंतर नळकांडे तयार होईल. या नळकांड्यांचा वापर धुराड्याप्रमाणे करावयाचा आहे.

पेटीच्या एका बाजूला सरकती काच दरवाजा म्हणून लावा. अथवा पारदर्शक प्लॉस्टिकचा दरवाजा केला तरी चालेल.

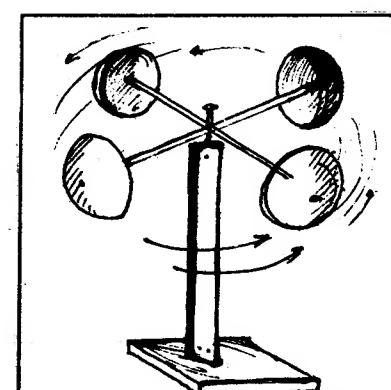
एका भोकाखाली जळती मेणबत्ती ठेवा आणि पेटीचा दरवाजा घडू लावा. एक कागंद जरा ओलसर करून पेटवा म्हणजे धू येईल. ज्या भोकाखाली मेणबत्ती नाही त्या भोकावरील नळकांड्यावर हा कागंद चिमठ्याने धरा आणि धुराचा मार्ग पहा.

याचप्रमाणे पाण्याचे अभिसरण दाखविण्यासाठी दोन अगदी सारख्या बाटल्या घ्या. एका बाटलीत गरम पाणी व दुसऱ्या बाटलीत गर पाणी घ्या. एका कार्डबोर्डचा तुकडा गर पाण्याच्या बाटलीवर उपडी करायची व हळूच कार्डबोर्डचा तुकडा काढून घ्यायचा. गरम पाण्यात रंग घातला की गरम पाणी वर येताना चांगले दिसेल. गर पाणी खाली जाते व गरम पाण्याचा प्रवाह वर येतो.

#### १७. वायुवेगमापक

वाच्याचा वेग मोजण्यासाठी एक घरगुती उपकरण करता येते.

दोन सारख्या आकाराचे रबरी चेंडू अथवा टेबलटेनिसचे दोन चेंडू घ्यावे. त्याचे दोन सारखे भाग करावे.



४५ सें.मी. लांबीच्या व २५ सें.मी. व्यासाच्या दोन हलक्या लाकडाच्या काठ्या घ्याव्या. या वजनाने हलक्या असाव्या. अथवा जुन्या कॅलेंडरच्या दोन धातूच्या पटूच्या घेतल्या तरी चालेल.

चेंडूचे कापलेले अर्धगोल काठ्यांच्या दोन टोकांवर

बसवावेत. आवश्यक तेथे खिळे वापरावेत. या दोन काठ्या फुलीच्या आकारात एकमेकांशी मध्यावर जोडाव्यात.

एका लाकडी फळीवर एक लाकडी पट्टी उभी ठोकावी. व या पट्टीवर मध्यभागी छोटेसे भोक पाडावे. या भोकात मेण घालावे व त्यावर खिळ्याच्या साहाय्याने फुलीचा आकार केलेल्या काठ्या बसवाव्या. मेणामुळे फिरताना घर्षण होणार नाही.

वाच्यामुळे अर्धगोलाकार चेंडू गोलात फिरतात. यापैकी एक चेंडू रंगीत करावा म्हणजे तीस सेकंदात किती फेच्या होतात ते सहज मोजता येईल. या फेच्यांच्या संख्येला ५ ने भागले असता वाच्याचा वेग ताशी किती मैल आहे, हे कळते.

अचूक वेग काढण्यासाठी हे उपकरण चालणाऱ्या मोटारीच्या खिडकीबाहेर धरावे. व गाडीच्या स्पीडो मीटरवर पाहून विशिष्ट वेग असताना चेंडूच्या किती फेच्या होतात हे पाहावे. यावरून वेग व फेच्या यांचे प्रमाण ठरविता येते व अमुक फेच्या झाल्यास किती वेग हे सांगता येते.

#### १८. कार्बन डायऑक्साइड तयार करणे

घरीसुद्धा कार्बन डायऑक्साइड निरनिराळ्या प्रकारे तयार करता येतो.

१. एका कपात बेकिंग सोडा आणि व्हिनेगर घ्या आणि त्यावर जळती आगकाढी धरा.

कार्बन डायऑक्साइड तयार झाल्यामुळे आगकाढी विझते.

२. व्हिनेगर ऐवजी लिंबाचा रस आणि बेकिंग सोड्याऐवजी खडू अथवा अंड्याचे टरफलाचे तुकडे वापरूनही कार्बन डायऑक्साइड तयार करता येतो.

३. बेकरीमध्ये यीस्ट मिळते अथवा केमिस्टकडे यीस्टच्या गोळ्या मिळतात. १० टक्के साखरेचे पाणी तयार करायचे म्हणजे १० ग्रॅम साखर १०० मि.ली. पाण्यात विरघळवायची. परंतु अंदाजे १ चमचा साखर कपभर पाण्यात विरघळून घेतली तरी चालेल. काही दुकानात इलेक्ट्रॉनिक वजनकाटा असतो किंवा वाण्याकडे छोटा वजनकाटा असतो. त्यावर १० ग्रॅम वजन करता येते. शास्त्रीय उपकरणांच्या दुकानात प्लॉस्टिकची मोजपात्रे मिळतात. त्यातून १०० मि.ली. पाणी मोजता येते.

साखरेच्या पाण्यात यीस्ट घालायचे व कार्बन डायऑक्साइड तयार झाला का ते जळत्या काढीने पाहायचे.

यीस्ट हा एकपेशीय सूक्ष्मजीव आहे. साखरेचे विघटन करून तो कार्बन डायऑक्साइड तयार करतो. या कार्बन डायऑक्साइडमुळे ब्रेड सच्छिद्र बनतो.

इडलीचे भिजलेले पीठ फुगून येते तेही या यीस्टमुळेच.

४. मेणबत्तीच्या ज्वलनात कार्बन डायऑक्साइड तयार होतो. एका रुंद तोंडाच्या बाटलीत अथवा बरणीत थोडी नुकतीच तयार केलेली चुन्याची निवळी घ्या. (चुना आणून पाण्यात टाकल्यावर ही निवळी तयार होते.) या बरणीत एक मेणबत्ती बराच वेळ जळत ठेवा. त्यानंतर ती मेणबत्ती विझते. बरणीला झाकण घालून हलवा. आधी रंग नसलेली चुन्याची निवळी दुधट होते. मेणबत्तीच्या ज्वलनात तयार झालेल्या कार्बन डायऑक्साइडमुळे चुन्याची निवळी पांढरी होते.

५. हा प्रयोग तुम्ही यापूर्वी केला नसल्यास करून पहा. एका ग्लासमध्ये नुकतीच तयार केलेली चुन्याची निवळी घ्या. एका स्ट्रॉमधून निवळीत फुंकर घाला. निवळी दुधट बनते. उच्छ्वासातून बाहेर पडणाऱ्या कार्बन डायऑक्साइडमुळे हा फरक पडतो.

६. शहाबादी फरशीचे अगदी बारीक तुकडे व पाणी ग्लासमध्ये घ्या. बाजारात सौम्य हायड्रोक्लोरिक ॲसिड मिळते. Cleaning

solution मध्ये हे ऑसिड असते. फरशीच्या तुकड्यांवर हे ऑसिड घाला. प्रक्रिया होऊन कार्बन डायऑक्साइड तयार होतो. प्रयोगशाळेत केलेला हा प्रयोग घरीही करता येतो.

फरशीचे तुकडे मोठे असतील तर क्रिया सावकाश होते. फरशीचा भुगा घातला की क्रिया जलद होते व जोरजोरात बुडबुडे येऊ लागतात.

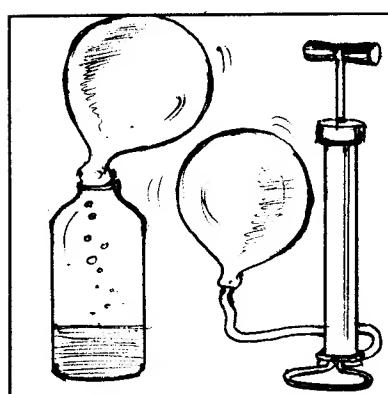
जवळपास चाललेल्या बांधकामावर फरशीचे तुकडे मिळू शकतील. फुटलेल्या टाईल्सचे तुकडेही वापरण्यास हरकत नाही.

हायड्रोक्लोरिक ऑसिड ऐवजी व्हिनेगर अथवा लिंबाचा रस वापरून पहा. कोणता फरक दिसतो? चिंचेच्या दाट पाण्यामुळे ही क्रिया घडते का ते पहा. चिंचेमध्ये टाईरिक ऑसिड असते.

या प्रयोगावरून कोणती आम्ले सौम्य असतात व कोणती तीव्र असतात हेही समजते.

## १९. वायूंची तुलना

घन व द्रव पदार्थांप्रमाणेच वायू जागा व्यापतात आणि त्यांना वजन असते. काही वायू हवेपेक्षा जड असतात तर काही वायू हवेपेक्षा हलके असतात. दोन सारखे फुगे वापरून वायूंची तुलना करता येते.



एका बाटलीमध्ये ५ सें.मी. होईल इतके व्हिनेगर घ्या. (व्हिनेगर खायच्या पदार्थात वापरतात.) त्यात दोन मोठे चमचे बेकिंग पावडर घाला आणि लगेच त्या बाटलीच्या तोंडावर एक फुगा लावा. फुग्यामध्ये कार्बन डायऑक्साइड भरला जाईल. फुगा दोन्याने बांधा.

सायकलच्या पंपाने दुसऱ्या फुग्यात हवा भरा. पहिल्या फुग्याइतकाच फुगवा व दोन्याने बांधा.

आता दोन्ही फुगे उंच धरून एकाच वेळी हवेत सोडून द्या. फुग्यांचे निरीक्षण करा.

दोन्हीपैकी कोणता फुगा हलका आहे?

उत्तर : हवेने भरलेला फुगा जास्त वर जाईल. कार्बन डायऑक्साइड हवेपेक्षा जड असल्यामुळे तो फुगा खाली राहील.

## २०. विविध आकाराचे स्फटिक पहा.

अर्धा कप उकळते पाणी घ्या. त्यात तुरटीची पूड घाला. ती विरघळली की आणखी घाला. असे करीत थोडी पूड पाण्यात राहीपर्यंत पूड घाला. हे झाले तुरटीचे संपृक्त द्रावण. एका बशीत वरील द्रावण ओता व खिडकी पाशी ठेवून द्या. उन्हाळा असेल तर दुसऱ्या दिवशी अथवा पावसाळ्यात तीन-चार दिवसाने स्फटिक तयार होतील.

याचप्रमाणे मिठाचे रंगीत आणि साखरेचे रंगीत पाणी वापरून करा रंग मिसळला की ते पाणी रंगीत होईल. बोरेंक्स (टाकणखार), कॉपर सल्फेट (मोरचूद) यांचेही स्फटिक करून पहा.

निरनिराळ्या आकाराचे स्फटिक मिळतील. बहिर्गोल भिंगाच्या साहाय्याने स्फटिकांचे निरीक्षण करा. कोणत्या पदार्थाचे रंगीत स्फटिक मिळतात?

बशीखाली शक्तिमान लोहचुंबक ठेवल्यास कसे स्फटिक तयार होतात?

उत्तर : शुद्ध पदार्थांचे स्फटिक होत असल्यामुळे रंगीत मिठाचे किंवा साखरेचे स्फटिक पांढरेच मिळतात.

मोरचुदाचे स्फटिक निळ्या रंगाचे असतात.  
लोहचुंबकाच्या सान्निध्यात काही पदार्थाचे स्फटिक एकसारखे व  
एका रेषेत तयार होतात.

## २१. दर्शक

प्रयोगशाळेत लिटमस पेपरच्या साहाय्याने आम्ल व अल्कधर्मी  
पदार्थ ओळखता येतात. घरीसुद्धा असा कागद बनविता येईल.

हल्ली बाजारात तांबडा अथवा जांभळा कोबी मिळू लागला आहे.  
त्यांची थोडी पाने घेऊन तुकडे करा. हे तुकडे एका स्टीलच्या पातेलीत  
घेऊन बुडतील एवढे पाणी घाला. वीस मिनिटे उकळा. पाण्यात जांभळा  
रंग उतरेल. यातील थोडे पाणी एका स्वच्छ बाटलीत घालून त्यावर  
'उदासीन' अशी चिठ्ठी चिटकवा. उरलेल्या पाण्यातील निम्मे घेऊन त्यात  
थोडी बेकिंग पावडर घाला. पाण्याचा रंग हिरवा होईल. दुसऱ्या स्वच्छ  
बाटलीत हे हिरवे पाणी घालून त्यावर 'अल्क' अशी चिठ्ठी चिटकवा.  
उरलेल्या पाण्यात थोडे व्हिनेगर घाला. तिसऱ्या स्वच्छ बाटलीत हे लाल  
पाणी घालून त्यावर 'आम्ल' अशी चिठ्ठी चिटकवा. अशा तर्फे 'दर्शक'  
तयार झाला.

आपण केलेला दर्शक कसे काम करतो हे तपासून पाहण्यासाठी  
एका ग्लासमध्ये अथवा परीक्षानळीत थोडा 'अल्क' दर्शक घेऊन थोड्या  
'आम्ल' दर्शकात मिसळा. लाल रंग बदलून हिरवा येतो.

दुसऱ्या परीक्षानळीत 'आम्ल' दर्शक घेऊन त्यात लिंबाचा रस  
टाका. रंग बदलणार नाही. पण 'आम्ल' दर्शक 'अल्क' दर्शकात टाकला  
की लाल रंग येईल.

संत्रे, टोमेंटो, कांदा, लोणच्याचा खार इ. मध्ये 'आम्ल' व 'अल्क'  
दर्शक स्वतंत्रपणे घालून पहा. तसेच, स्टार्च, साबण, बोरिक ऑसिड  
यांच्या द्रवातही दर्शक घालून पहा. निरीक्षणे नोंदवा.

जांभळ्या कोबीप्रमाणे लाल माठ, लाल रंगाची पाने, जांभळ्या  
रंगाची पाने, कोकम, बीट, जास्वंदीची फुले, तुती यांचा 'दर्शक' म्हणून  
वापर करता येईल का ते पहा.

## २२. झोके घेणारे चेंडू

झाडाच्या फांदीत एक अर्धवर्तुळाकार स्कू बसवा. भक्तम दोरीच्या  
साहाय्याने दोन चेंडू अथवा दगड बांधा. प्रत्येक चेंडूच्या दोरीची लांबी  
तीच ठेवा. एक चेंडू वजनाने हलका असावा व दुसरा जड असावा. चेंडूची  
दोरी स्कूला अडकवा. जर दोन्ही चेंडू एकाच जागेपासून एकाच वेळी  
सोडले तर काय होईल? जड चेंडू हलक्या चेंडूच्यापेक्षा अधिक वेगाने  
जाईल का? तुम्हाला काय वाटते ते लिहून ठेवा व नंतर करून पहा. निरीक्षण  
करा व कारण शोधा. दोरीची लांबी कमी-जास्त ठेवली तर काय होईल?  
चेंडूचा झोका मोठा केला तर काय फरक पडेल?

## २३. गुरुत्वाकर्षण कार्य करीत असताना

एक फूटपट्टीवर निरनिराळी लहान-मोठी, हलकी-जड,  
निरनिराळ्या आकाराची पुष्कळ नाणी घ्या. पट्टी दोन्ही हातांनी उंच  
डोक्यावर धरा व हळूच अशी उपडी करा की सर्व नाणी एकाच वेळी  
खाली पडतील.

यापैकी कोणती नाणी जमिनीवर आधी पोहोचतील? तुमच्या  
निरीक्षणात काय आढळते? का ते शोधा. पक्ष्याचे पीस, नाणे, काढीपेटी,  
रबर, छोटा दगड इ. निरनिराळ्या वस्तू पट्टीवर घेऊन पुन्हा प्रयोग करा.  
पट्टी निरनिराळ्या उंचीवर धरून उपडी करा. काय आढळते?

गॅलिलिओने कोणता प्रयोग केला होता? त्याता काय आढळले?

उत्तर : सर्व नाणी एकाच वेळी खाली पोहोचतात तसेच निरनिराळ्या उंचीवरून एकाच वेळी खाली टाकलेल्या हलक्या-जड वस्तू एकाच वेळी जमिनीवर पोहोचतात. वारा असेल तर कदाचित पीस उडून जाईल.

गॅलिलिओने पिसा येथील कलत्या मनोन्यावरून १०० पौँडाचा एक व १० पौँडाचा एक असे दोन गोळे एकदम खाली सोडले. ते एकाच वेळी खाली पोहोचले.

खाली पडणाऱ्या वस्तूचा प्रवेग पृथ्वीच्या वस्तुमानावर अवलंबून असतो, पदार्थाच्या वस्तुमानावर नाही. आणि पृथ्वीच्या मध्यापासून पदार्थ किंती उंचीवर आहे त्यावर हा प्रयोग अवलंबून असतो. पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या मानाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून काही उंचीवर असलेल्या पदार्थाची उंची फार थोडी असते. त्यामुळे या उंचीवर असलेल्या पदार्थाची उंची फार थोडी असते त्यामुळे या उंचीचा प्रवेगावर परिणाम होत नाही.

#### २४. प्रकाशाचे परावर्तन

एका काचेच्या बरणीत स्वच्छ पाणी घ्या व वरून बॅटरीचा झोत टाका. प्रकाशाचे निरीक्षण करा. कडा प्रकाशमय दिसणार नाहीत.

आता पाण्यामध्ये दुधाचे काही थेंब टाका व हलवा. पुन्हा बरणीमध्ये बॅटरीचा झोत टाका. आता बरणी आतून प्रकाशमय आणि बाहेरून कमी प्रकाशमय असे दिसते का?

स्वच्छ पाण्यात प्रकाशकिरणांचे पूर्ण परावर्तन होते. दुधाच्या थेंबामुळे प्रकाशकिरण या कणांवर पडून काचेतून परावर्तित होतात.

#### २५. घर्षण कमी कसे कराल ?

झाकणाच्या भोवती खाच असलेले दोन सारख्या व्यासाचे पत्र्याचे गोल डबे घ्या. खालच्या डब्यावर वरचा डबा उपडा ठेवून त्याच्या खाचा बरोबर जुळवा. वरचा डबा फिरवून पहा.

जेथे दोन पृष्ठभाग एकमेकांवर घासतात तेथे बॉल बेअरिंग् ठेवो व डबा फिरवून पहा. दोन्ही वेळा सारखाच जोर लागतो का? (बॉल बेअरिंग् सायकलच्या दुकानात मिळतील.)

#### २६. ध्वनी

ध्वनीसंबंधी प्रयोगशाळेच्या वेगवेगळे प्रयोग करायला असतात. पण प्रयोगशाळेत बाहेरही ध्वनीचे गुणधर्म समजून घेता येतात.

ध्वनी हा शक्तीचाच एक प्रकार. पदार्थातून कंपने गेल्यानंतर लहरी निर्माण होतात. जेव्हा आपले कान या ध्वनीलहरी पकडतात आणि मेंदूकडे संवेदना पोहचवितात तेव्हा आपल्याला ऐकू येते.

ध्वनी द्रव पदार्थातून प्रवास करतो का? एका बादलीत अथवा मोठ्या भांड्यात पूर्ण भरून पाणी घ्या. हातात मावतील एवढे दोन दगड घेऊन पाण्याखाली एकमेकांवर आपटा. जोरात आपटा. आवाज ऐकू येतो कां?

घन पदार्थातून ध्वनी प्रवास करतो का? तुम्हाला या प्रश्नाचे जे उत्तर योग्य वाटत असेल ते लिहून ठेवा व प्रयोग केल्यानंतर तपासून पहा. उत्तर चुकले तरी बिघडत नाही. कारण आपला अंदाज आपण तपासून पाहतो.

एका लाकडी टेबलावर तुमचा कान लावा. टेबलाच्या विरुद्ध बाजूला नखाने अथवा टोकदार वस्तूने आवाज करायला मित्राला सांगा. (नव्या टेबलावर हा प्रयोग करू नका.) तुम्हाला आवाज ऐकू येतो का?

पदार्थाच्या घनतेचा ध्वनीच्या गतीवर परिणाम होतो का ? अंदाज लिहून ठेवा. या प्रयोगासाठी ७५ फूट लांबीचे तारेचे कुंपण हवे. मोठ्या ग्राउंडभोवती मिळेल. तुम्ही एका टोकाला उधे रहा व मित्राला दुसऱ्या टोकाला उधे करा. तुम्ही तारेच्या कुंपणाला कान लावा. मित्राला दुसऱ्या बाजूने दगडाने तारेवर घासायला सांगा.

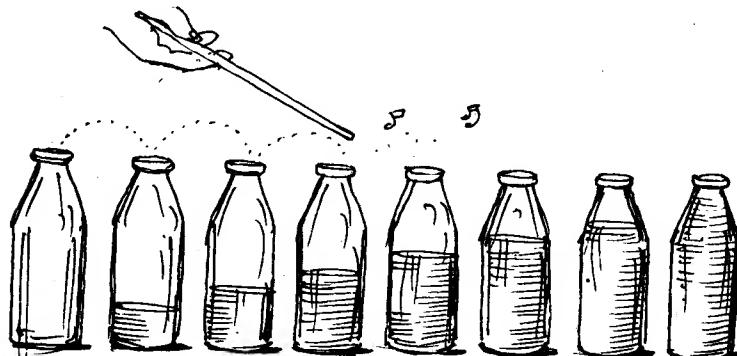
तुम्हाला दोन आवाज ऐकू येतात का ? एकामागे एक. हवेतून एक आवाज येतो व तारेतून एक. ध्वनिलहरी हवेतून जलद जातात की घन पदार्थातून ?

उत्तर : पाण्यामध्ये दगड जोरात आपटता येत नाहीत. त्यामुळे आवाज ऐकू येत नाही. किंवा बारीक आवाज येतो.

## २७. वाढ्ये तयार करू या.

### जलतरंग

आठ एकसारख्या बाटल्या घ्या. (जुन्या सॉसच्या रिकाम्या बाटल्या मिळू शकतील) एक बाटली पूर्ण रिकामी ठेवा. एक बाटली पूर्णपणे पाण्याने भरा. या दोन बाटल्या दोन टोकांना ठेवून मधल्या बाटल्यात



वेगवेगळ्या उंचीपर्यंत पाणी घाला. पहिल्या रिकाम्या बाटलीनंतर थोडे पाणी असलेल्या बाटल्या ठेवा. शेवटी पूर्णपणे भरलेली बाटली ठेवा.

एक छोटी गोल काठी घ्या (रँड) व तिने प्रत्येक बाटलीच्या

तोंडावर हव्यूच आपटा. सूर निघेल. कोणत्या बाटलीतून उच्च स्वर येतो? इतर बाटल्या त्यातून निघणाऱ्या स्वराप्रमाणे लावा. सर्वात लहान स्वर कोणत्या बाटलीतून येतो? नेमकी कशाची स्पंदने होतात? हवेची, पाण्याची की काचेची?

आता बाटल्यांऐवजी एकसारखे कप, एकसारख्या ताटल्या अथवा वाट्या घेऊन वरीलप्रमाणे करा. कोणता फरक आढळतो?

उत्तर : स्पंदने हवेची होतात. ज्या बाटलीत हवा कमी असेल, तेथून उच्च स्वर येतो.

## २८. चुंबकीय क्षेत्राचा ब्लू-प्रिंट काढणे.

लोहचुंबकाचे चुंबकीय क्षेत्र तसे डोळ्यांना दिसत नाही. परंतु लोखंडाच्या किसाच्या साहाय्याने ते दृश्य स्वरूपात, दाखविता येते. भरपूर सूर्यप्रकाश असेल, अशा दिवशी हा प्रयोग करायचा. प्रयोग करताना वारा नको.

दोन काचेच्या तुकड्यांमध्ये ब्लू-प्रिंट पेपर घाला. प्रथम हे सर्व सावलीतच करायचे आहे.

ब्लू-प्रिंट पेपर स्टेशनरीच्या मोठ्या दुकानात मिळेल. लोखंडाचा कीस शास्त्रीय उपकरणांच्या दुकानात मिळेल. लोहचुंबकही याच दुकानात मिळेल.

एक पट्टी लोहचुंबक घ्या. त्यावर ब्लू-प्रिंट पेपर काचेच्या तुकड्यांसह अलगद ठेवा. काचेवर लोखंडाचा कीस पसरा. लोखंडाचा कीस चुंबकीय क्षेत्राप्रमाणे नक्षी तयार करील. ही नक्षी न बिघडवता काचेसह ब्लू-प्रिंट पेपर उन्हात ठेवा. कागदावरचा रंग जाईपर्यंत उन्हात ठेवा. नंतर आत आणा. वरचा लोखंडाचा कीस डब्यात ओता. ब्लू-प्रिंट पेपर काढून पाण्यामध्ये बुडवून काढा.

चुंबकीय क्षेत्राची पांढरी नक्षी काळ्या कागदावर उटून दिसेल.  
यावरून चुंबकाच्या विकर्ष रेषा पाहायला मिळतील.

याचप्रमाणे दोन पट्टी चुंबकाचे सारखे धूव एका बाजूला घेऊन पुन्हा प्रयोग करा. नंतर दोन विजातीय धूव एका बाजूला घेऊन प्रयोग करा. याचप्रमाणे नालाच्या आकाराच्या चुंबकाच्या विकर्ष रेषाही पाहता येतात.

### २९. आकाश निरीक्षण

आकाशाचे निरीक्षण करता करता अनेक शास्त्रज्ञांनी निरनिराळे ग्रह, तारे व नक्षत्र शोधून काढली. एकदा हा छंद लागला की वर्षभरात नक्षत्रांच्या जागा कशा बदलतात हे पाहायलाही गंमत वाटेल. अगदी सोप्या पद्धतीने हे करता येईल.

एक काळी छत्री उघडा. छत्रीचा दांडा म्हणजे पृथ्वीचा अक्ष. हा अक्ष उत्तरेला धूवाकडे रोखलेला असावा. पांढर्या खडूने छत्रीच्या आतील भागावर नक्षत्रांच्या आकृत्या काढा व त्यांना नावे द्या. प्रत्येक महिन्याला नक्षत्रांची जागा कधी बदलते हे यावरून दाखविता येईल.

आणखी काय करता येईल? एका गोलाकार काळा कागद द्या. त्यावर पांढरी शाई अथवा रंग वापरून नक्षत्रांची आकृती काढा. प्रत्यक्ष आकाशात हे नक्षत्र जसे दिसते त्या अवस्थेत हा कागद धरा. चालू महिन्याचे नाव या काळ्या गोलाच्या वरच्या अथवा उत्तरेच्या टोकाला लिहा. एक महिन्यानंतर पुन्हा असे करा.

ताऱ्यांचा गट आकाशातून फिरलेला आहे हे लक्षात येईल. खरे म्हणजे तारे फिरलेले नसून पृथ्वी फिरल्यामुळे असे दिसते. अशा प्रकारे वर्षभराचा आकाशाचा नकाशा एका कागदावर तयार करता येईल.

### ३०. घरच्या घरी प्लॅनेटोरियम

रात्रीच्या वेळी आकाशातील तारे व नक्षत्रे पाहायला खूप गंमत

वाटते. त्यात मधूनच एखादा उपग्रह फिरत चाललेला दिसला की विचारूच नका! पण सर्वांनाच गच्चीवरून मोठे आकाश पाहायला मिळेलच असे नाही. मग काय करू या? एखाद्या छोट्या खोलीतसुद्धा तारे आणि नक्षत्रे पाहता येतील. मात्र त्यासाठी त्यांच्या बरोबर आकृत्या माहिती असायला पाहिजेत. स्टार प्रोजेक्टरच्या साहाय्याने आपल्या मित्रांनाही नक्षत्रे व तारे दाखविता येतील.

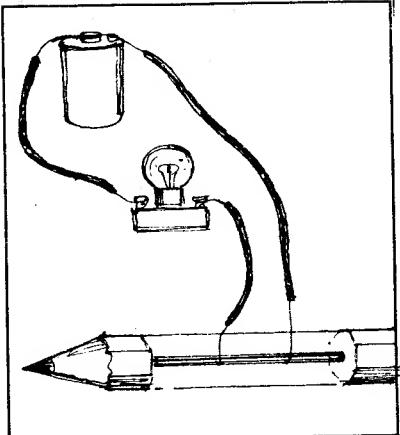
यासाठी एक डबा द्या. जाड पुढऱ्याचे नळकांडे घेतले तरी चालेल. त्या डब्याच्या एका गोल बाजूचा (झाकणाचा) मधला भाग (चकती) असा कापा की कडेने पाव इंच सोडला जाईल. या डब्याच्या या गोल बाजूच्याच आकाराच्या पुष्कळ चकत्या कार्डबोर्डमधून कापा. या चकत्या डब्याच्या या बाजूला बरोबर घटू बसल्या पाहिजेत. झाकणाच्या जागी या चकत्या बसवायच्या आहेत. एकेका चकतीवर एकेका नक्षत्राची आकृती काढा आणि ताऱ्यांचे आकार कोरून काढा. मोठ्या ताऱ्यांच्या जागी मोठी भोके पाडा.

आता डब्याच्या तळाला एक गोल भोक असे पाडा की तेथे एक मोठा बल्ब अथवा मोठी बॅटरी बसविता येईल. आता नक्षत्राची आकृती असलेली चकती कापलेल्या झाकणात घटू बसवा. आणि ते डब्याला बसवा.

एका डार्क रूममध्ये दिवा लावून ही नक्षत्राची आकृती काळ्या पृष्ठभागावर दाखविता येईल. उत्तरधूवाभोवती दिसणारे तारे दाखविता येतात का पहा. या प्रयोगात शक्तिमान बल्ब वापरावा लागतो.

### ३१. न्हिओस्टॅट तयार करणे.

इलेक्ट्रिक सर्किटमधून वाहणारा विजेचा प्रवाह बदलण्यासाठी न्हिओस्टॅट वापरतात. नेहमीच्या स्विचमुळे वीजप्रवाह पूर्णपणे बंद होतो अथवा पूर्णपणे चालू राहतो. परंतु आपल्याला मंद प्रकाश पाहिजे असेल



तर सर्किटमधील रेडिस्टन्स वाढवायला पाहिजे. जर आपण मंदवाहक (bad conductor) वापरला तर वीजप्रवाह हळूहळू बदलता येतो. ग्राफाइट म्हणजे पेन्सिलीमधले शिसे मंदवाहक आहे.

शिशाच्या पेन्सिलीचा अर्धा भाग ८ सें.मी. कापा. पेन्सिल दोन अर्धे भाग जोडून बनविलेली असते. त्यामुळे ती कापणे सोपे आहे. आता पेन्सिलीतील ८ सें.मी. शिसे दिसू लागते.

वायरचे तीन तुकडे घ्या. आणि प्रत्येक तुकड्याच्या दोन्ही टोकांचे रबरी वेस्टण काढून टाका. एका टॉर्चच्या बल्बला दोन वायर्स जोडा. बल्बला जोडलेल्या वायरपैकी एक सेलला जोडा आणि दुसरी मोकळी ठेवा. तिसरी वायर सेलच्या दुसऱ्या धृवाला जोडा आणि तिचे दुसरे टोक मोकळे ठेवा. वायर्सची मोकळी टोके एकमेकाला जोडून सर्किट पूर्ण करा. दिवा लागेल.

आता ही दोन मोकळी टोके पेन्सिलीच्या शिशावर एकमेकांपासून २ सें.मी. दूर टेकवा. दिवा लागेल. दोन्ही टोके पेन्सिलीवर दाबून धरा. एक टोक हळूहळू दूर न्या. जसजसे अंतर वाढत जाईल तसतसा दिवा मंद होईल. शिशाची सर्किटमधील लांबी वाढल्यामुळे रेडिस्टन्स वाढतो व दिवा बंद होतो. नवीन पेन्सिलीतील शिसे सुटे मिळते. ते वापरून पहा.



पूर्व प्रसिद्धी - छावा

विशेष आभार - श्रीमती शरयू सोनावळे